

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Raziskovalna naloga
Področje: Kemija

Vpliv nekaterih dejavnikov na obstojnost vitamina C

Avtorice:

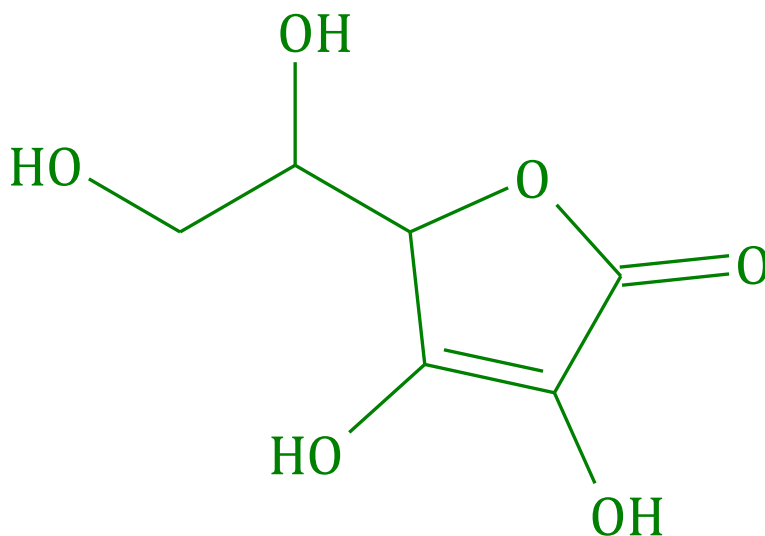
Sara Hrastnik, Neža Mikic, Špela Pahor

Mentor:

Boštjan Štih, prof. bio. in kem.

Lektorica:

Mateja Hrastnik, prof. slj. in zgo.



Osnovna šola Hudinja, marec 2020

Mestna občina Celje, Mladi za Celje

Vpliv nekaterih dejavnikov na obstojnost vitamina C

Raziskovalna naloga

Področje: Kemija

Avtorice:

Sara Hrastnik, Neža Mikic, Špela Pahor

Mentor:

Boštjan Štih, prof. bio. in kem.

Lektorica:

Mateja Hrastnik, prof. slj. in zgo.

Osnovna šola Hudinja, marec 2020

Vsebina

Vsebina	1
Kazalo slik	2
Kazalo grafikonov	2
Povzetek	3
1 Uvod	4
1.1 Teoretske osnove	4
1.2 Opis raziskovalnega problema.....	6
1.3 Hipoteze	6
1.4 Raziskovalne metode	6
1.4.1 Priprava jodove raztopine	7
1.4.2 Priprava škrobnega indikatorja.....	7
1.4.3 Priprava raztopine vitamina C	7
1.4.4 Določanje mase vitamina C v vzorcu s titracijo	7
1.4.5 Določanje vpliva temperature na maso vitamina C s titracijo	8
1.4.6 UV-VIS spektrofotometrija	9
1.4.7 Priprava raztopine vitamina C za spektrofotometrijo.....	9
1.4.8 Določanje vpliva temperature na razpad vitamina C s pomočjo UV-VIS spektrofotometra	11
1.4.9 Določanje vpliva svetlobe in časa na razpad vitamina C s pomočjo UV-VIS spektrofotometra	11
2 Osrednji del	12
2.1 Opis raziskovalnih rezultatov.....	12
2.1.1 Določanje valovne dolžine svetlobe, ki jo absorbira vitamin C	12
2.1.2 Določanje vpliva temperature na maso vitamina C v vzorcu	13
2.1.3 Določanje vpliva svetlobe in časa na maso vitamina C v vzorcu.....	15
2.2 Diskusija.....	16
3 Zaključek	18
4 Viri	19

Kazalo slik

Slika 1: Segrevanje vzorcev vitamina C.....	11
---	----

Kazalo grafikonov

Grafikon 1: Umeritvena krivulja za določanje neznanih koncentracij vitamina C.....	10
Grafikon 2: Absorpcijski spekter raztopine vitamina C v destilirani vodi s koncentracijo 0,02 g/L.....	12
Grafikon 3: Rezultati določanja vpliva temperature na delež vitamina C v vzorcu po segrevanju	13
Grafikon 4: Rezultati določanja vpliva svetlobe in časa na delež vitamina C v vzorcu	15

Povzetek

V naši raziskovalni nalogi smo ugotavljale vpliv temperature, časa in svetlobe na obstojnost vitamina C v raztopini. Ugotovile smo, da se z zviševanjem temperature znižuje delež vitamina C v raztopini. Prav tako vitamin C v raztopini hitro razpada s časom, proces pa pospeši še svetloba. Pri delu smo uporabljale titrimetrično metodo ter spektrofotometrično metodo, poleg tega pa še delo z viri.

1 Uvod

1.1 Teoretske osnove

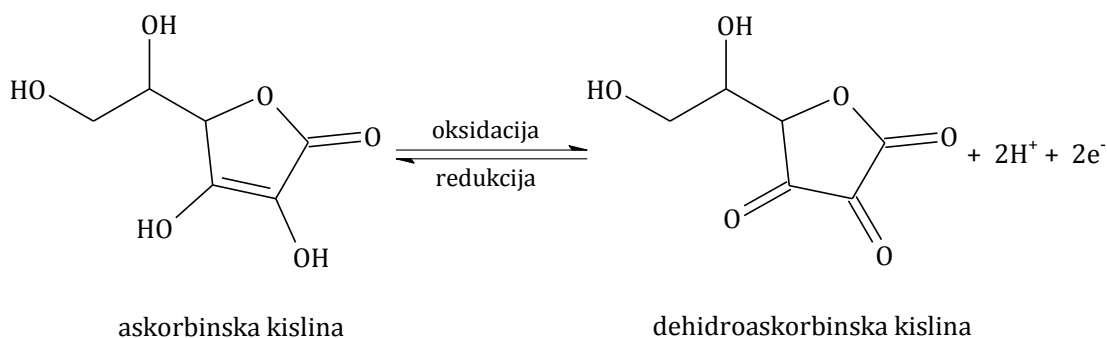
Pri preučevanju prehranjevanja so odkrili, da obstajajo snovi, ki jih telo sicer potrebuje v zelo majhnih količinah, a so za pravilno delovanje celic kljub temu nujno potrebne. Poleg tega so še ugotovili, da teh snovi živalsko telo ne more zgraditi z lastnim metabolizmom, pač pa jih mora nujno dobivati s hrano. Zaradi tega spadajo med esencialne snovi. Ker so bili prepričani, da gre za življenjsko pomembne amine, so celotno zbirko teh snovi poimenovali vitamini. Vita namreč v latinščini pomeni življenje. (Stušek, Škornik, & Vodnik, 2011)¹

Vitamin C (askorbinska kislina) je vodotopen vitamin, ki je ključen antioksidant v človeškem telesu. Uvrščen je na seznam Svetovne zdravstvene organizacije esencialnih zdravil, saj se uporablja za zdravljenje skorbuta, tj. bolezen, pri kateri se pojavi napaka pri nastanku kolagena zaradi pomanjkanja askorbinske kisline. V nasprotju s prepričanjem splošne populacije redno uživanje vitamina C kot prehranskega dodatka ne preprečuje prehlada, lahko pa skrajša čas obolevnosti. Hrana, ki vsebuje večje količine vitamina C, so citrusi, paradižnik, rdeča paprika in krompir. Vitamin C lahko dobimo s hrano v dveh oblikah, in sicer kot askorbinsko kislino, ki je močan reducent, ali v oksidirani obliki kot dehidroaskorbinsko kislino.

Čeprav se vitamin C nahaja v telesnih tekočinah večinoma v reducirani obliki, sta tako askorbinska kislina kot tudi dehidroaskorbinska kislina biološko aktivni in se v organizmu v encimsko kataliziranih reakcijah oksidacije in redukcije pretvarjata ena v drugo. (Inštitut Jožef Štefan, 2018)²

¹ Stušek, P., Škornik, S., & Vodnik, D. (2011). *Zgradba in delovanje organizmov*. Ljubljana: DZS.

² Inštitut Jožef Štefan, O. z. (22. marec 2018). *Določanje količine vitamina C v hrani*. Pridobljeno 9. februar 2020 iz OLCSM STEM for youth: https://olcms.stem4youth.pl/content_item/detail/48.



Vitamin C je ob nepravilnem ravnanju z živili med najmanj obstojnimi vitamini. Pri vitaminu C je vsekakor potrebno upoštevati, da je izredno občutljiv na zunanje dejavnike. Njegova količina se v živilih lahko drastično zmanjša z neustreznim skladiščenjem živil in neustrezno pripravo ter obdelavo hrane. Priporočen dnevni vnos vitamina C je odvisen od starosti in spola posameznika. Večjo potrebo po njem imajo kadilci, fizično bolj aktivne osebe, različni bolniki ter noseče in doječe ženske. (Vertnik & Korošec, 2013)³

Dolgoročen pomanjkljiv vnos vitamina C ali popolna abstinenca lahko povzroči skorbut. Ta povzroča utrujenost, vnetje dlesni, majhne rdeče ali vijolične lise na koži, bolečine v sklepih, slabo celjenje ran in poškodovane lase. Dodatni znaki so lahko depresija, oteklost, krvavenje dlesni in zrahljanje ali izguba zob. Ljudje s skorbutom lahko razvijejo tudi anemijo. (Inštitut Jožef Štefan, 2018)⁴

³ Vertnik, L., & Korošec, Ž. (2013). *Vitamin C*. (Inštitut za nutricistiko). Pridobljeno 21. februar 2020 iz Zdrava prehrana: <https://www.nutris.org/prehrana/abc-prehrane/vitamini/103-vitamin-c.html>.

⁴ Inštitut Jožef Štefan, O. z. (22. marec 2018). *Določanje količine vitamina C v hrani*. Pridobljeno 9. februar 2020 iz OLCSM STEM for youth: https://olcms.stem4youth.pl/content_item/detail/48.

1.2 Opis raziskovalnega problema

V naši raziskovalni nalogi želimo ugotoviti, kako nekateri zunanji dejavniki vplivajo na proces razpada vitamina C.

Zanima nas:

1. Kako temperatura vpliva na proces razpada vitamina C?
2. Kako čas vpliva na proces razpada vitamina C?
3. Kako svetloba vpliva na proces razpada vitamina C?

1.3 Hipoteze

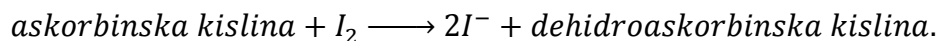
Na osnovi raziskovalnih vprašanj smo postavile naslednje hipoteze:

1. Z zviševanjem temperature vitamin C razpada hitreje in njegova koncentracija v raztopini se zmanjšuje.
2. Vitamin C s časom postopno razpada in njegova koncentracija v raztopini se zmanjšuje.
3. Na svetlobi vitamin C razpada hitreje kot v temi.

1.4 Raziskovalne metode

Pri raziskovalnem delu smo uporabljale eksperimentalne in inštrumentalne metode.

Eksperimentalna metoda določanja koncentracije vitamina C v raztopini deluje na osnovi redoks titracije z jodom. Ko v vzorec dodamo jod, ta povzroči oksidacijo askorbinske kisline v dehidroaskorbinsko kislino, jod pa se reducira v jodidne ione:



Jod se reducira do jodida, dokler je prisotna askorbinska kislina. Ko se vsa askorbinska kislina oksidira, začne odvečni jod reagirati s škrobnim indikatorjem in tvori kompleks temno modre barve. Takrat dosežemo končno točko titracije. (Inštitut Jožef Štefan, 2018)⁵

Inštrumentalna metoda pa temelji na uporabi UV-VIS spektrofotometra.

⁵ Inštitut Jožef Štefan, O. z. (22. marec 2018). Določanje količine vitamina C v hrani. Pridobljeno 9. februar 2020 iz OLCSM STEM for youth: https://olcms.stem4youth.pl/content_item/detail/48.

1.4.1 Priprava jodove raztopine

Za določanje koncentracije vitamina C smo uporabljale 0,005 M raztopino, ki smo jo pripravile tako, da smo v 100 mL čašo zatehtale 1,3 g joda (Riedel-de Haën, p.a.) in 2 g kalijevega jodida (Sigma – Aldrich, purris). Dodale smo nekaj mL destilirane vode in nekaj minut mešale. Vsebino smo prelile v 1 L merilno bučko, pri tem pa pazile, da smo z destilirano vodo iz čaše sprale vse ostanke. Bučko smo dopolnile z destilirano vodo do oznake. Ker se jod ni takoj v celoti raztopil, smo raztopino čez noč mešale z magnetnim mešalom.

1.4.2 Priprava škrobnega indikatorja

Uporabljale smo 0,5-odstotno raztopino škroba, ki smo jo pripravile tako, da smo v čašo zatehtale 0,25 g škroba (Sigma – Aldrich, p.a.) in dodale 50 mL vroče destilirane vode. Raztopino smo mešale, da se je škrob raztopil, nato pa jo ohladile.

1.4.3 Priprava raztopine vitamina C

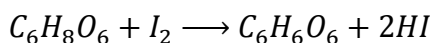
Pripravile smo raztopino vitamina C v destilirani vodi z masno koncentracijo 0,5 g/L. Uporabljale smo askorbinsko kislino (E300), ki se sicer uporablja kot dodatek v vinogradništvu. V manjšo čašo smo zatehtale 0,125 g vitamina C in ga raztopile v nekaj mL destilirane vode. Raztopino smo prenesle v 250 mL merilno bučko, pri tem pa z destilirano vodo sprale vse ostanke iz čaše in jih prenesle v bučko. Bučko smo z destilirano vodo dopolnile do oznake. Pred vsako titracijo smo vedno pripravile svežo raztopino.

1.4.4 Določanje mase vitamina C v vzorcu s titracijo

S titracijo smo ugotavljale maso vitamina C v vzorcu. 10 mL bireto smo napolnile z 0,005 M jodovo raztopino. V 100 mL čašo smo dale 10 mL sveže raztopine vitamina C ter dodale 1 mL škrobnega indikatorja. Čašo smo namestile na magnetno mešalo in nato postopoma dodajale raztopino jodovice, dokler ni prišlo do modrega obarvanja. Vsako titracijo smo trikrat ponovile in kot vrednost porabe jodovice uporabile povprečno vrednost treh meritev. V nekaterih primerih, ko je posamezna meritev odstopala, smo tisto meritev še enkrat ponovile.

Maso vitamina C v vzorcu smo nato izračunale na osnovi množin snovi.

Urejena kemijska enačba:



Iz urejene kemijske enačbe reakcije vitamina C z jodom sledi:

$$\frac{n(C_6H_8O_6)}{n(I_2)} = \frac{1}{1} \implies n(C_6H_8O_6) = n(I_2)$$

Če množino joda določimo iz množinske koncentracije, dobimo:

$$n(C_6H_8O_6) = c(I_2) \cdot V(I_2)$$

Maso vitamina C v vzorcu tako izračunamo:

$$m(C_6H_8O_2) = n(C_6H_8O_2) \cdot M(C_6H_8O_2) = c(I_2) \cdot V(I_2) \cdot M(C_6H_8O_2)$$

Masno koncentracijo vitamina C v vzorcu nato izračunamo:

$$\gamma(C_6H_8O_2) = \frac{m(C_6H_8O_2)}{V(\text{raztopine})} = \frac{c(I_2) \cdot V(I_2) \cdot M(C_6H_8O_2)}{V(\text{raztopine})}$$

1.4.5 Določanje vpliva temperature na maso vitamina C s titracijo

Testiranja smo opravljale pri temperaturah od 20 °C do 90 °C z intervalom 10 °C. Za testiranje pri posamezni temperaturi smo vsakič pripravile svežo raztopino vitamina C iz točke 1.4.3. Pred segrevanjem smo najprej titrirale svežo raztopino in določile natančno maso vitamina C v vzorcu, kot je opisano v točki 1.4.4, nato pa raztopino segrele na določeno temperaturo in ponovno izvedle titracijo po segrevanju. Temperaturo vzorca smo določile s temperaturnim tipalom, ki je bilo preko Vernierjevega vmesnika priključeno na računalnik. Iz razmerja med končno in začetno maso vitamina C v vzorcu smo izračunale, kolikšen delež vitamina C je razpadel med segrevanjem. Ker vitamin C razpada tudi s časom, smo se trudile, da je bil proces segrevanja in titracije karseda časovno hiter in konstanten.

Ker smo za vsako titracijo pripravljale svežo raztopino vitamina C in vsakič s titracijo določile začetno maso vitamina C v vzorcu ter ugotovile, da začetne mase

vitamina C niso popolnoma enake, ne moremo primerjati končnih mas med seboj. Zato smo za vsako titracijo izračunale delež vitamina C, ki je ostal v vzorcu po segrevanju, glede na začetno maso vitamina C v vzorcu pred segrevanjem.

1.4.6 UV-VIS spektrofotometrija

Za dodatno potrditev naših eksperimentalnih rezultatov smo naredile še spektrofotometrično analizo. V ta namen smo uporabile UV-VIS spektrofotometer Varian Cary 50 s kvarčno kiveto.

Najprej smo izmerile absorbanco slepe probe. To je bilo topilo, v katerem smo raztapljale vitamin C – v našem primeru destilirana voda. Nato smo pripravile raztopino vitamina C z enako masno koncentracijo, kot smo jo uporabljale pri titraciji, t.j. 0,5 g/L. Kiveto smo napolnile s 3 mL tako pripravljene raztopine in izmerile celoten spekter. Izkazalo se je, da je potrebno raztopino zelo razredčiti. Zato smo s poskušanjem in razredčevanjem iskale primerno koncentracijo vitamina C v destilirani vodi tako dolgo, da smo lahko določile valovno dolžino, ki jo absorbira vitamin C. Izkazalo se je, da je najvišja masna koncentracija raztopine, še primerna za analizo s spektrofotometrom, 0,04 g/L.

1.4.7 Priprava raztopine vitamina C za spektrofotometrijo

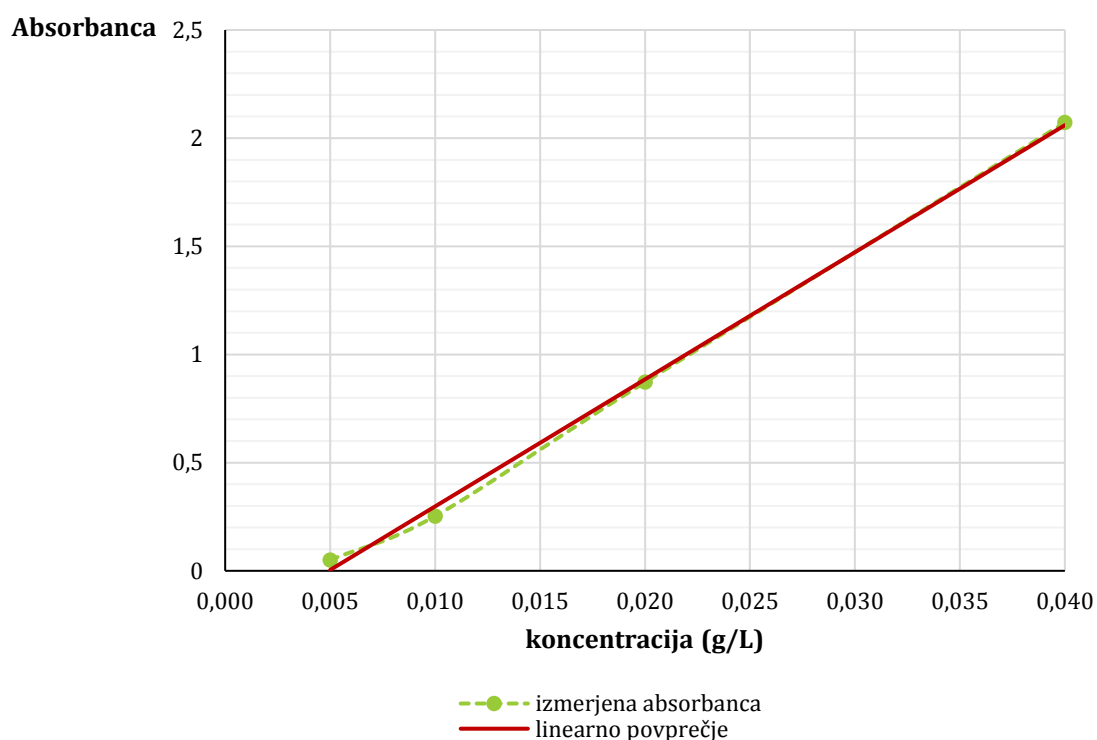
Primerno raztopino smo pripravile tako, da smo v 4 L destilirane vode raztopile 0,16 g vitamina C. To je bila naša izhodiščna raztopina. Tako velika količina raztopine ni bila potrebna, a na voljo smo imele tehtnico, s katero lahko tehtamo do 50 mg natančno in smo se za večje količine odločile zaradi manjše možnosti napake, ki bi bila posledica nenatančnega tehtanja. Izmerile smo valovno dolžino in absorbanco tako pripravljene raztopine.

Nato smo morale pripraviti umeritveno krivuljo. Zato smo potrebovale raztopine vitamina C znanih koncentracij, ki smo jih pripravile z razredčevanjem. Od 1 L raztopine smo vedno odvzele 0,5 L raztopine in preostanek dopolnile z 0,5 L destilirane vode.

Tako smo za izdelavo umeritvene krivulje izmerile absorbance 3 mL vzorca pri valovni dolžini 265 nm za naslednje koncentracije:

- 0,04 g/L
- 0,02 g/L
- 0,01 g/L
- 0,005 g/L

Iz izmerjenih podatkov smo narisale umeritveno krivuljo. Krivuljo smo potrebovale pri kasnejših analizah, ko smo merile absorbanco neznanih vzorcev, saj smo z njeno pomočjo lahko iz podatka o absorbanci določile masno koncentracijo in izračunale maso vitamina C v vzorcu.



Grafikon 1: Umeritvena krivulja za določanje neznanih koncentracij vitamina C

Prikazana je pomanjšana in poenostavljena umeritvena krivulja. Za določanje smo sicer uporabljale zelo povečano in precej bolj podrobno razdelano umeritveno krivuljo, ki je priložena na koncu raziskovalne naloge. Ker sta absorbanca in koncentracija v premem sorazmerju, smo narisale rdečo premico, ki poteka nekje v preseku naših meritev in neznanne koncentracije nato določale na podlagi te premice.

1.4.8 Določanje vpliva temperature na razpad vitamina C s pomočjo UV-VIS spektrofotometra

V čisto bučko smo prelile 250 mL sveže raztopine s koncentracijo 0,04 g/L in izmerile začetno absorbanco. V raztopino smo namestile Vernierjevo temperaturno tipalo in s pomočjo vmesnika na računalniku spremljale trenutno temperaturo raztopine. Raztopino smo segrevale na vodni kopeli in sproti z merilno pipeto odvezemale po 3 mL vzorca pri temperaturah od 20 °C do 90 °C z intervalom 10 °C. Preden smo vzorec prenesle v kiveto, smo pipeto in kiveto sprale s tem vzorcem. Merile smo absorbanco pri 265 nm ter zapisovale rezultate. S pomočjo umeritvene krivulje smo iz podatka o absorbanci določile masno koncentracijo vitamina C v vzorcu in izračunale delež vitamina C, ki je ostal v raztopini.



Slika 1: Segrevanje vzorcev vitamina C

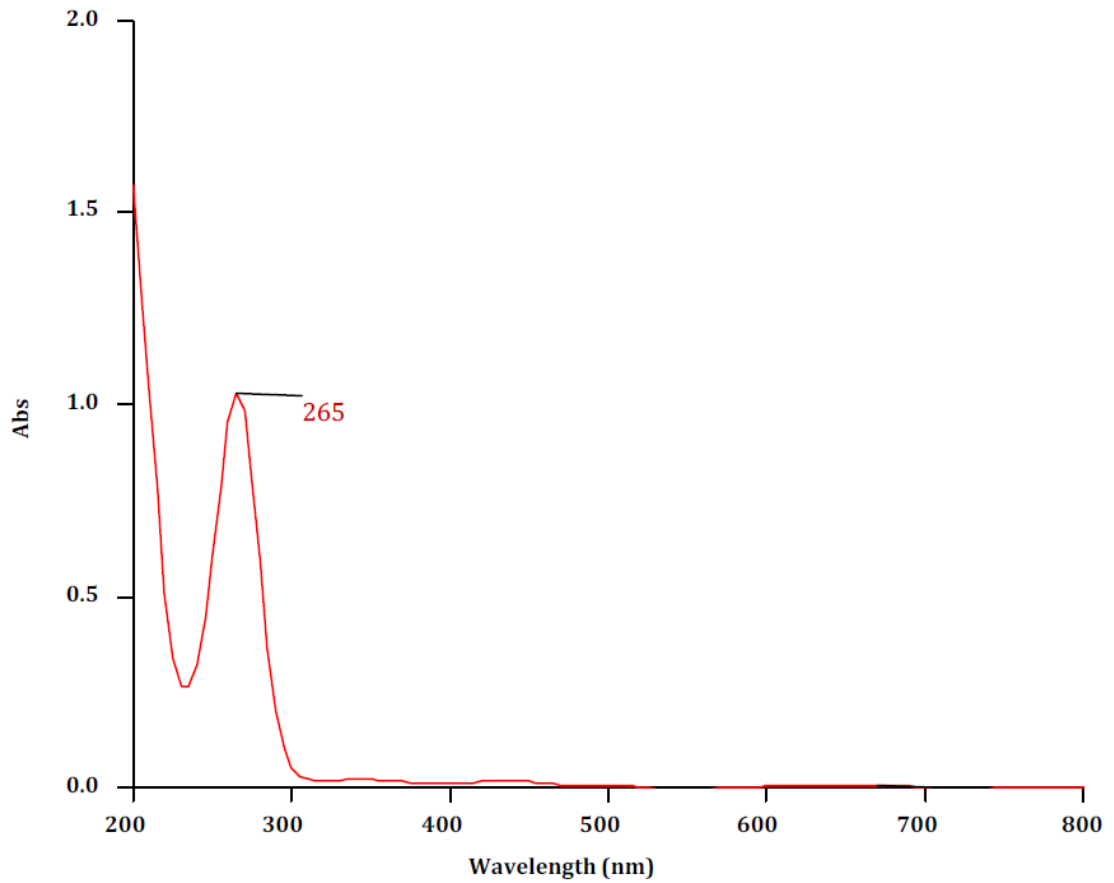
1.4.9 Določanje vpliva svetlobe in časa na razpad vitamina C s pomočjo UV-VIS spektrofotometra

Kiveto smo napolnile s 3 mL sveže raztopine s koncentracijo 0,04 g/L in izmerile začetno absorbanco pri 265 nm. Nato smo 250 mL vzorca shranile v bučko z zamaškom, nepredušno zaprle in ovile v aluminijasto folijo, v drugo bučko smo prav tako prenesle 250 mL vzorca, jo nepredušno zaprle, a pustile v svetlem prostoru na dnevni svetlobi, obe pa pri temperaturi približno 21 °C. Vsake pol ure smo obema vzorcema izmerile absorbanco in s pomočjo umeritvene krivulje določile masno koncentracijo vitamina C v vsakem vzorcu ter izračunale delež vitamina C, ki je ostal v raztopini.

2 Osrednji del

2.1 Opis raziskovalnih rezultatov

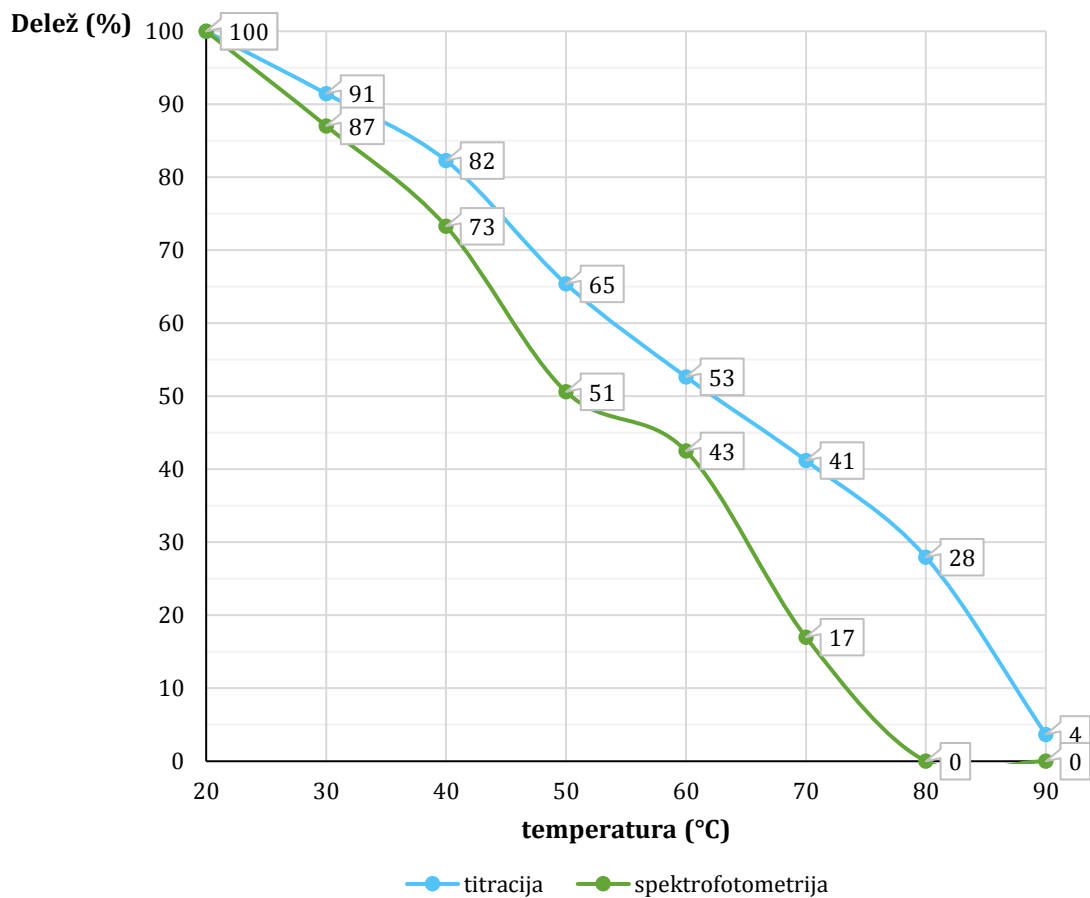
2.1.1 Določanje valovne dolžine svetlobe, ki jo absorbira vitamin C



Grafikon 2: Absorpcijski spekter raztopine vitamina C v destilirani vodi

Iz spektra je razvidno, da vitamin C absorbira svetlobo valovne dolžine 265 nm, kar je v ultravijoličnem področju.

2.1.2 Določanje vpliva temperature na maso vitamina C v vzorcu



Grafikon 3: Rezultati določanja vpliva temperature na maso vitamina C v vzorcu po segrevanju

Grafikon prikazuje, kolikšen odstotek začetne mase vitamina C ostane v vzorcu po segrevanju na določeno temperaturo. Prikazani so podatki, ki smo jih dobile s pomočjo titracije in spektrofotometra.

Iz grafikona je razvidno, da delež vitamina C, ki ostane v vzorcu po segrevanju, upada z zviševanjem temperature.

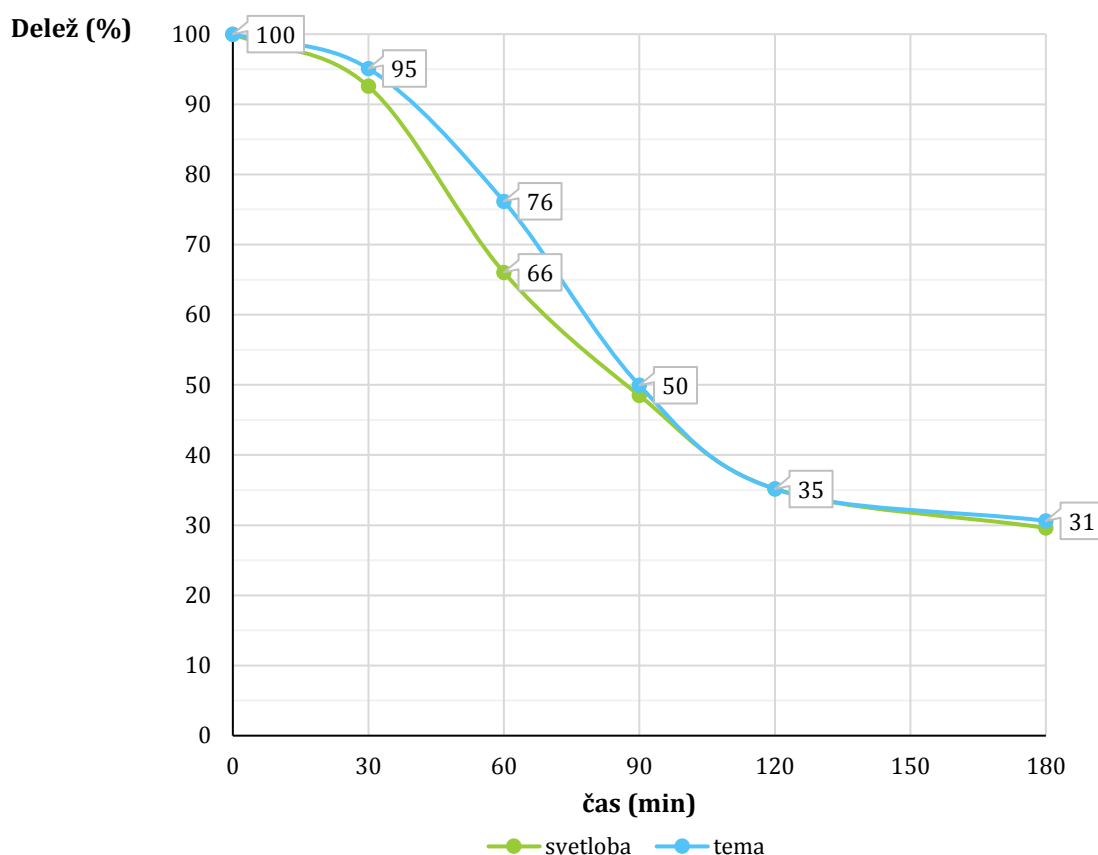
Na osnovi podatkov, pridobljenih s titracijo, lahko rečemo, da pri segrevanju na 40 °C v vzorcu ostane tako približno 82 % začetne mase vitamina C, po segrevanju na 60 °C v vzorcu ostane le okoli 53 % začetne mase vitamina C, pri segrevanju na 80 °C pa je v vzorcu le še manj kot 30 % začetne mase vitamina C.

Ob primerjavi rezultatov obeh metod vidimo, da prihaja do odstopanj, saj so izračunane vrednosti pri določenih temperaturah višje pri uporabi titracije. Za to po našem mnenju obstajata dve pojasnili:

1. Že v točki 1.4.1 smo zapisale, da se jod na začetku priprave jodovice ni v celoti raztopil. Po mešanju čez noč v bučki z jodovico sicer nismo opazile neraztopljenega joda, a morda se vendarle ni v celoti raztopil. To pa pomeni, da je bila koncentracija jodovice nižja od 0,005 mol/L, kar pomeni, da smo je pri titraciji porabili malo več. Ker pa smo pri računanju mase vitamina C upoštevale vrednost 0,005 mol/L, smo na koncu dobile večjo maso vitamina C v vzorcu, kot je dejansko bila.
2. Pri določanju koncentracije vitamina C smo pri titraciji pred vsakim segrevanjem pripravile svežo raztopino in ji z jodovico določile natančno začetno koncentracijo, nato pa raztopino segrele in ponovno določile koncentracijo. Pri uporabi spektrofotometra pa smo pripravile svežo raztopino, ji izmerile absorbanco, nato pa isto raztopino postopno segrevale do določene temperature. Ker smo v nadaljevanju ugotovile, da vitamin C hitro razpada tudi s časom, menimo, da smo tu naredile napako in da so vrednosti zato nižje kot pri titraciji. Del vitamina C je sicer razpadel zaradi povišane temperature, del pa tudi zaradi časa, ki je vmes potekel. Tudi ob primerjavi obeh grafikonov vidimo, da je upadanje deleža vitamina C bolj enakomerno ob uporabi titracije kot pri uporabi spektrofotometra, kjer vrednosti bolj nihajo.

Zato menimo, da so rezultati, pridobljeni s titracijo, bolj zanesljivi, čeprav je iz obeh dejansko razvidno, da vitamin C razpada z višanjem temperature, namen naloge pa tudi ni natančna določitev vrednosti.

2.1.3 Določanje vpliva svetlobe in časa na maso vitamina C v vzorcu



Grafikon 4: Rezultati določanja vpliva svetlobe in časa na maso vitamina C v vzorcu

Grafikon prikazuje, kolikšen odstotek začetne mase vitamina C ostane v vzorcu po preteku določenega časa, ločeno za vzorec, ki je bil izpostavljen svetlobi, in vzorec, ki je bil v temi.

Iz grafikona je razvidno, da ne glede na to, ali je bil vzorec na svetlobi ali v temi, količina vitamina C v vzorcu s časom upada. V obeh vzorcih je po eni uri in pol le še približno polovica začetne mase vitamina C, po treh urah pa le še okoli 30 %.

Če primerjamo naklon krivulje, pa lahko rečemo, da vitamin C prvo uro razpada hitreje v vzorcu, ki je bil izpostavljen svetlobi, saj je bil odstotek začetne mase vitamina C v tem vzorcu 66 %, v vzorcu, ki je bil v temi, pa 76 %. Z zniževanjem koncentracije vitamina C je ta razlika vedno manjša.

Predvsem pri vzorcu, ki je bil v temi, smo pričakovale višjo končno vrednost. Menimo, da je to posledica tega, ker je bila raztopina v odprti kiveti in stiku z zrakom.

2.2 Diskusija

Po kemični strukturi se vitamin C predstavlja kot spojina ogljikovodika z linearnim zaključkom. Čisti vitamin C je brezbarvna, kristalasta snov, odporna na toploto in svetlobo, vodotopna, a v vodi neodporna, saj hitro oksidira. (Mathieu, 1998)⁶ Je kiselkastega okusa, podobnega limoninemu soku. Je blaga kislina, nekoliko močnejša od kisline v kisu, a blažja od kisline grenivk in limon. Pojavlja se v štirih različnih oblikah, v tako imenovanih stereoizomerih. (Oberbeil, 2004)⁷ Postavile smo tri hipoteze.

Prva hipoteza pravi, da z zviševanjem temperature vitamin C razpada hitreje in se njegova koncentracija v raztopini zmanjšuje. Hipotezo lahko potrdimo.

Kot je razvidno iz grafikona 3, se delež vitamina C v vzorcu s povečevanjem temperature zmanjšuje. Podobno sta v svoji raziskovalni nalogi ugotavljali tudi Cilenšek in Polutnik (2013)⁸, čeprav sta prišli do drugačnih vrednosti. Vrednosti, do katerih smo prišle z našo raziskavo, potrjujejo tudi Munyka, in drugi (2010)⁹, ki so ugotovili, da je 10-minutna termična obdelava pri 80 °C skoraj popolnoma inaktivirala askorbinsko kislino v brokoliju.

Zato po možnosti limono stisnimo raje v mlačen (namesto v vroč) čaj ter jejmo surovo sadje in zelenjavo, saj bomo tako ohranili največ vitamina C.

⁶ Mathieu, G. (1998). *Ni zdravja brez vitaminov*. Ljubljana: Tomark.

⁷ Oberbeil, K. (2004). *Z vitamini do zdravja*. Ljubljana: Prešernova družba.

⁸ Cilenšek, M., & Polutnik, E. (2013). *Vitamin C – kralj med vitamini*. Celje: Mladi za Celje.

⁹ Munyka, A., Makule, E., Indrawati, O., & van Loey, A. (2010). *Thermal Stability of L-Ascorbic Acid and Ascorbic Acid Oxidase in Broccoli (Brassica oleracea var. italica)*. Journal of food science.

V drugi hipotezi smo zapisale, da se koncentracija vitamina C s časom postopoma zmanjšuje. Bolj sveža, kot sta sadje in zelenjava, in manj, kot pripravljena jed stoji, več vitamina C vsebuje. (Cortese, 2009)¹⁰ To hipotezo lahko potrdimo, saj je iz grafikona 4 razvidno, da je vsakih 30 minut delež vitamina C v raztopini manjši. Kakor navaja tudi Inštitut za nutricionistiko (2020)¹¹, je vitamin C zelo neobstoje in se njegova vsebnost v živilih izgublja predvsem z dolgoročnim shranjevanjem. Med večmesečnim shranjevanjem, na primer krompirja, vsebnost tega vitamina upade za polovico in več, podobno se zgodi med shranjevanjem zamrznjene zelenjave in sadja. (Cortese, 2009)⁹

Tretja hipoteza pravi, da na svetlobi vitamin C hitreje razpada kot v temi. To hipotezo smo postavile zato, ker smo na internetu prebrale, da je vitamin C izredno občutljiv na zunanje dejavnike, med katerimi je tudi svetloba.

Da bi lahko to hipotezo potrdile, smo izvedle poskus, katerega rezultate prikazuje grafikon 4, iz katerega je razvidno, da je po eni uri v vzorcu, ki je bil na svetlobi, manj vitamina C kot v vzorcu, ki je bil v temi. Vitamin C je občutljiv na vse. Uničuje ga torej tudi svetloba, vendar ne kar naenkrat in povsem. (Cortese, 2009)⁹ Tretjo hipotezo smo tako tudi potrdile. Ob tem smo si zastavile vprašanje, kako je s koncentracijo vitamina C v različnih pijačah, npr. sokovih, saj bi glede na rezultate našega poskusa v teh izdelkih skoraj ne smelo biti vitamina C, če bi tako hitro razpadal. Ena od razlag bi lahko bila, da v teh izdelkih vitamin C razpada počasneje, sploh če so prisotne snovi, ki povečujejo obstojnost izdelka (konzervansi, antioksidanti ...)

A to je že nov problem za novo raziskovalno nalogo.

¹⁰ Cortese, D. (9. september 2009). *Vitamin C: Iskra živahne svetlobe*. Pridobljeno 22. februar 2020 iz Viva, portal za boljše življenje: <https://www.viva.si/Zdrav-na%C4%8Din-prehrane/1707/Vitamin-C-Iskra-%C5%BEivahne-svetlobe>.

¹¹ Inštitut za nutricionistiko. (brez datuma). *Vitamin C*. Pridobljeno 22. februar 2020 iz Prehrana.si Nacionalni portal o hrani in prehrani: <https://www.prehrana.si/sestavine-zivil/vitamini/vitamin-c>.

3 Zaključek

V naši raziskovalni nalogi smo preučevale vpliv nekaterih dejavnikov na obstojnost vitamina C. Tema ni nova, tudi pred nami so jo že raziskovali mladi raziskovalci. Želele pa smo jo preučiti na drugačen način, kot so to počeli drugi.

Pri delu smo imele kar nekaj težav, predvsem zaradi tega, ker je vitamin C v vodni raztopini zelo neobstojna spojina in smo morale nekatere metode ravno zaradi tega opustiti, saj so trajale predolgo in ne bi mogle z gotovostjo trditi, kateri dejavnik je imel večji vpliv na njegovo obstojnost. Prvič smo se tudi srečale s titracijo in spoznale, kaj pomeni, če pri meritvah nismo dovolj natančne. Še poseben izziv nam je bilo delo s spektrofotometrom, saj smo se z njim srečale prvič.

Naloga nam je predstavljala izziv, a menimo, da smo se z njim dobro spopadle.

4 Viri

1. Cilenšek, M., & Polutnik, E. (2013). *Vitamin C – kralj med vitamini*. Celje: Mladi za Celje.
2. Cortese, D. (9. september 2009). *Vitamin C: Iskra živahne svetlobe*. Pridobljeno 22. februar 2020 iz Viva, portal za boljše življenje: <https://www.viva.si/Zdrav-na%C4%8Din-prehrane/1707/Vitamin-C-Iskra-%C5%BEivahne-svetlobe>.
3. Inštitut Jožef Štefan, O. z. (22. marec 2018). *Določanje količine vitamina C v hrani*. Pridobljeno 9. februar 2020 iz OLCSM STEM for youth: https://olcms.stem4youth.pl/content_item/detail/48.
4. Inštitut za nutricionistiko. (brez datuma). *Vitamin C*. Pridobljeno 22. februar 2020 iz Prehrana.si Nacionalni portal o hrani in prehrani: <https://www.prehrana.si/sestavine-zivil/vitamini/vitamin-c>.
5. Mathieu, G. (1998). *Ni zdravja brez vitaminov*. Ljubljana: Tomark.
6. Munyka, A., Makule, E., Indrawati, O., & van Loey, A. (2010). Thermal Stability of L-Ascorbic Acid and Ascorbic Acid Oxidase in Broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*). *Journal of food science*, 75.
7. Oberbeil, K. (2004). *Z vitamini do zdravja*. Ljubljana: Prešernova družba.
8. Sepčić, K., Anderluh, G., Turk, T., & Maček, P. (1997). *Biokemijski praktikum*. Ljubljana: Scripta.
9. Strunz, U., & Jopp, A. (2007). *Vitaminska revolucija*. Ljubljana: Mladinska knjiga.
10. Stušek, P., Škornik, S., & Vodnik, D. (2011). *Zgradba in delovanje organizmov*. Ljubljana: DZS.
11. Vertnik, L., & Korošec, Ž. (2013). *Vitamin C*. (Inštitut za nutricionistiko) Pridobljeno 21. februar 2020 iz Zdrava prehrana: <https://www.nutris.org/prehrana/abc-prehrane/vitamini/103-vitamin-c.html>.

Ves slikovni material v nalogi je avtorsko delo avtoric in mentorja.